



特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-121070

(43) 公開日 平成9年 (1997) 5月6日

(51) Int. Cl. ⁶

H01S 3/133

識別記号

庁内整理番号

FI

H01S 3/133

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-277366

(22) 出願日 平成7年 (1995) 10月25日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 田原 陽子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 大隈 義則

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 昂

最終頁に続く

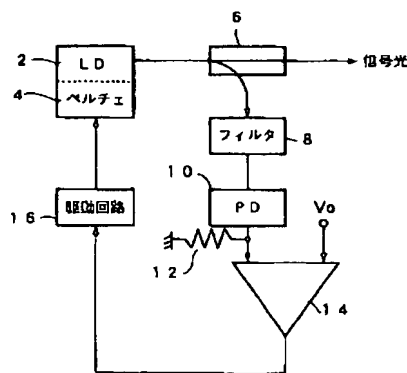
(54) 【発明の名称】 光波長安定化システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明の課題は、レーザダイオードの発光波長を所望の値に維持する光波長安定化システムを提供することである。

【解決手段】 光波長安定化システムはレーザダイオードと、レーザダイオードの温度を制御するペルチェ素子と、ペルチェ素子を駆動する駆動回路を含んでいる。信号光は光カプラで分岐され、分岐された一方の信号光の光路には波長に応じて透過率が連続的に増加又は減少する部分を有する光フィルタが挿入されている。光フィルタを透過した信号光は光検出器により検出され、光検出器の出力電流は電圧に変換されて比較器に入力される。この比較器で光検出器から出力された電圧と基準電圧とを比較し、差分電圧を駆動回路に入力する。

第1実施形態



【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号光を出射するレーザダイオードと；
該レーザダイオードの温度を制御するペルチェ素子と；
該ペルチェ素子を駆動する駆動手段と；前記信号光を分岐する光分岐手段と；前記光分岐手段で分岐された一方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加又は減少する部分を有する光フィルタと；前記光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する光検出器と；前記光検出器から出力される電流を電圧に変換する変換手段と；該変換手段で変換された電圧を基準電圧と比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項2】 信号光及びバックパワー光を出射するレーザダイオードと；該レーザダイオードの温度を制御するペルチェ素子と；該ペルチェ素子を駆動する駆動手段と；前記バックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加又は減少する部分を有する光フィルタと；前記光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する光検出器と；前記光検出器から出力される電流を電圧に変換する変換手段と；該変換手段で変換された電圧を基準電圧と比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較手段と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項3】 前記バックパワー光を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段で分岐された一方のバックパワー光に応じて前記レーザダイオードの出力パワーを制御する自動パワー制御回路とを更に具備した請求項2記載の光波長安定化システム。

【請求項4】 信号光を出射するレーザダイオードと；該レーザダイオードの温度を制御するペルチェ素子と；該ペルチェ素子を駆動する駆動手段と；前記信号光を分岐する第1光分岐手段と；該第1光分岐手段で分岐された信号光を更に分岐する第2光分岐手段と；該第2光分岐手段で分岐された一方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記第2光分岐手段で分岐された他方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を互いに比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項5】 前記第1光検出器及び第2光検出器の出力のいずれか一方を増幅する増幅手段を更に具備した請求項4記載の光波長安定化システム。

【請求項6】 信号光及びバックパワー光を出射するレーザダイオードと；該レーザダイオードの温度を制御す

るペルチェ素子と；該ペルチェ素子を駆動する駆動手段と；前記バックパワー光を分岐する光分岐手段と；前記光分岐手段で分岐された一方のバックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記光分岐手段で分岐された他方のバックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する第2光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を互いに比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項7】 信号光を出射するレーザダイオードと；該レーザダイオードを駆動する駆動手段と；前記信号光を分岐する第1光分岐手段と；前記第1光分岐手段で分岐された一方の信号光を更に分岐する第2光分岐手段と；前記第2光分岐手段で分岐された一方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記第2光分岐手段で分岐された他方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する第2光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を互いに比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項8】 信号光及びバックパワー光を出力するレーザダイオードと；該レーザダイオードを駆動する駆動手段と；前記バックパワー光を分岐する光分岐手段と；前記光分岐手段で分岐された一方のバックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記光分岐手段で分岐された他方のバックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する第2光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を比較して差分信号を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項9】 位相制御領域を有し、信号光を出射するレーザダイオードと；前記位相制御領域を駆動する駆動手段と；前記信号光を分岐する第1光分岐手段と；前記第1光分岐手段で分岐された信号光を更に分岐する第2光分岐手段と；前記第2光分岐手段で分岐された一方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続

的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記第2光分岐手段で分岐された他方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する第2光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を比較して差分信号を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【請求項10】 位相制御領域を有し、信号光及びバックパワー光を出射するレーザダイオードと；前記位相制御領域を駆動する駆動手段と；前記バックパワー光を分岐する光分岐手段と；前記光分岐手段で分岐された一方のバックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記光分岐手段で分岐された他方のバックパワー光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する第2光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過したバックパワー光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を比較して差分信号を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザダイオードの発光波長（発振波長）を安定化する光波長安定化システムに関する。

【0002】光増幅器はその特性上、光を増幅する際に必要な光波長以外の光も同時に増幅してしまう。不要な光は信号光の雑音成分となり信号光のS/N劣化を招くことになり、これにより受信レベルの劣化又はエラーレートフロアを発生させる。

【0003】この問題を解決するため、従来は光増幅器の後段に光波長フィルタを設けてS/N劣化防止を図っている。光波長フィルタは帯域が狭いほど不要な光をカットするので有効であるが、そのためにはレーザの中心波長と光波長フィルタの中心波長を精度良く合わせる必要がある。

【0004】

【従来の技術】レーザの波長を安定化させる1つの方法として、レーザダイオード（LD）の精度を向上することが考えられる。この場合LDのコストが上昇してしまうので、LDのばらつきはある程度許容し、外部からLDの発光波長を安定化するいくつかの方法が提案されている。

【0005】従来技術の1つとして、LDの発光波長に影響するLDチップの温度変化を抑えるため、サーミスタでLDチップの温度を検出して、検出温度に応じてペ

ルチエ素子を駆動し、LDチップの温度を一定に保つ自動温度制御方法（ATC方法）が知られている。他の従来技術としては、レーザダイオードの駆動電流を制御して発光波長の安定化を図る自動電流制御方法（ACC方法）が挙げられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし上記従来方法では、直接レーザの発光波長を検出していないため、

（1）ATC回路の安定性が悪い場合、（2）LD駆動電流の安定性が悪い場合、（3）LD劣化によりLDチップ温度は一定でも発光波長がシフトする場合等に、S/N劣化による受信レベルの劣化を引き起こし、最悪の場合光通信が不通になるという問題がある。

【0007】故に本発明の目的は、レーザダイオードの発光波長を所望の値に維持する光波長安定化システムを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によると、信号光を出射するレーザダイオードと；該レーザダイオードの温度を制御するペルチエ素子と；該ペルチエ素子を駆動する駆動手段と；前記信号光を分岐する光分岐手段と；前記光分岐手段で分岐された一方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加又は減少する部分を有する光フィルタと；前記光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する光検出器と；前記光検出器から出力される電流を電圧に変換する変換手段と；該変換手段で変換された電圧を基準電圧と比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システムが提供される。

【0009】上記構成に代えて、レーザダイオードから出力されるバックパワー光を光フィルタに入力するようにしてもよい。本発明の他の側面によると、信号光を出射するレーザダイオードと；該レーザダイオードの温度を制御するペルチエ素子と；該ペルチエ素子を駆動する駆動手段と；前記信号光を分岐する第1光カプラと；該第1光カプラで分岐された信号光を更に分岐する第2光カプラと；該第2光カプラで分岐された一方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に増加する部分を有する第1光フィルタと；前記第2光カプラで分岐された他方の信号光の光路に挿入された、波長に応じて透過率が連続的に減少する部分を有する光フィルタと；前記第1光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第1光検出器と；前記第2光フィルタの前記部分を透過した信号光を検出する第2光検出器と；前記第1及び第2光検出器の出力を互いに比較し、差分電圧を前記駆動手段に出力する比較器と；を具備したことを特徴とする光波長安定化システムが提供される。

【0010】上述した構成に代えて、レーザダイオードを駆動する駆動手段に比較器の出力を入力し、第1及び第2光検出器の検出値に応じて駆動手段によりレーザダ



イオードを駆動するようにしてもよい。

【0011】他の代替案としては、レーザダイオードの位相制御領域を駆動する駆動手段を設け、この駆動手段に比較器の出力を入力するようにしてもよい。また、レーザダイオードのバックパワーを第1及び第2光フィルタに入力するように、システムを構成してもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。各実施形態の説明において、実質的に同一構成部分については全ての図面に渡り同一符号を付して説明する。

【0013】図1を参照すると、本発明第1実施形態のブロック図が示されている。レーザダイオード(LD)2はペルチェ素子4上に搭載されている。ペルチェ素子4に流す電流の方向により、ペルチェ素子4は吸熱又は発熱し、LD2の温度を制御する。

【0014】LD2から出射された信号光は光カプラ6により2つに分岐される。光カプラ6の分岐比は適当に定めることができる。光カプラ6により分岐された分岐光は、次いで光フィルタ8を透過してフォトダイオード(PD)により検出される。

【0015】光フィルタ8は、例えば図2に示すような透過特性を有している。即ち、LD2の目標とする発光波長を入。とすると、本実施形態では光フィルタ8の透過率が連続的に増加する部分8aを使用する。

【0016】或いは、透過率が連続的に減少する部分を使用するようにしてもよい。よって、光フィルタ8は、バンドパスフィルタ、ローパスフィルタ或いはハイパスフィルタのいずれであってもよい。

【0017】PD10により光フィルタ8を透過した光パワーが電流値として検出される。PD10の出力電流はプルダウン抵抗12により電圧に変換され、比較器14に入力される。

【0018】比較器14では、PD10の出力電圧と基準電圧V₀と比較し、その差分電圧をペルチェ素子4の駆動回路16に入力する。即ち、図1に示した閉ループ制御により、比較器14の出力が0Vとなるようにペルチェ素子4を駆動する。

【0019】図3を参照すると、駆動回路16の詳細が示されている。即ち、駆動回路16はコレクタが正電源+Vに接続されたトランジスタ18と、コレクタが負電源-Vに接続されたトランジスタ20とを直列接続して構成される。トランジスタ18、20のベースには比較器14の出力電圧が入力され、トランジスタ18、20のエミッタはペルチェ素子4に接続されている。

【0020】図2から、PD10で検出される光出力により、LD2の発光波長λ₀が決定される。図4に示すように、LD2の発光波長とその温度とは概略比例関係にある。

【0021】PD10の出力電圧が基準電圧V₀より大



きい場合、図2よりLD2の発光波長が求める波長よりも長いので、図4の関係からLD2の温度を下げるように制御すればよい。

【0022】即ち図3の駆動回路において、比較器14の出力が正となるので、トランジスタ18がONとなり、ペルチェ素子4に矢印A方向の電流が流れて、ペルチェ素子4は吸熱する。これにより、LD2が比較器14の出力に応じて冷却される。

【0023】反対に、LD2の発光波長が目標波長よりも短い場合には、比較器14からは負電圧が出力される。これにより、トランジスタ20がONとなり、ペルチェ素子4には矢印B方向の電流が流れて、ペルチェ素子4は発熱する。

【0024】これにより、LD2は比較器14の出力に応じて加熱され、発光波長が目標波長に近付くように長くなる。以上の動作を繰り返して、LD2の発光波長が目標波長に一致するように制御される。

【0025】図5を参照すると、本発明第2実施形態のブロック図が示されている。本実施形態ではLD2のバックパワーを利用する。LD2のバックパワーはハーフミラー22で2つに分岐される。

【0026】ハーフミラー22の反射光は光フィルタ8に入力され、その透過光は図1に示した第1実施形態と同様にPD10により検出される。比較器14ではPD10の出力電圧と基準電圧V₀が比較され、この差分電圧に基づいて駆動回路16がペルチェ素子4を上記した第1実施形態と同様に駆動する。

【0027】一方、ハーフミラー22の透過光は自動パワー制御回路(APC)24に入力され、LD2の出力パワーが所定レベルとなるようにLD2がフィードバック制御される。

【0028】図6を参照すると、本発明第3実施形態のブロック図が示されている。本実施形態では、LD2から出射された信号光は光カプラ6で2つに分岐され、分岐光は更に光カプラ26で2つに分岐される。

【0029】一方の分岐光は第1光フィルタ28を透過して、第1フォトダイオード30により検出される。他方の分岐光は第2光フィルタ32を透過して、第2フォトダイオード34により検出される。

【0030】図7に示されているように、光フィルタ28は透過率が連続して増加する部分28aを使用し、光フィルタ32は透過率が連続して減少する部分32aを使用する。第1及び第2光フィルタ28、32の関係は上述した関係と逆であってもよい。

【0031】よって、第1及び第2光フィルタ28、32としては、バンドパスフィルタ、ローパスフィルタ及びハイパスフィルタのいずれをも使用することができる。第1PD30の出力はプルダウン抵抗36により電圧に変換されて比較器14に入力される。同様に、第2PD34の出力はプルダウン抵抗38により電圧に変換



され、比較器14に入力される。比較器14の出力に応じて駆動回路16がペルチェ素子4を駆動する。

【0032】即ち、第1PD30の出力が第2PD34よりも大きい場合には、図7よりPD2の発光波長が目標波長入。よりも長いことが判明する。よって、図3に示した駆動回路でトランジスタ18がONとなり、ペルチェ素子4に矢印A方向の電流が流れて、ペルチェ素子4を吸熱する方向に駆動する。これにより、LD2は比較器14の出力に応じて冷却され、LD2の発光波長が目標波長に近づくように制御される。

【0033】反対に、LD2の発振波長が目標波長入。より短い場合には、比較器14の出力は負となり、図3の駆動回路でトランジスタ20がONとなる。これにより、ペルチェ素子4には矢印B方向の電流が流れて、ペルチェ素子4を加熱する方向に駆動する。その結果、LD2が比較器14の出力に応じて加熱され、LD2の発光波長を目標波長入。に近づけるように制御する。

【0034】図6に示した第3実施形態の変形例として、モニタ光として図5の第2実施形態に示したようにLD2のバックパワーを利用してもよい。この場合には、光カプラ6を省略することができる。

【0035】図8を参照すると、本発明の第4実施形態のブロック図が示されている。本実施形態では、駆動回路40により比較器14の出力に応じてLD2の駆動電流を制御する。

【0036】即ち、LD2の発光波長と駆動電流との関係は、図9に示すように概略比例関係にある。よって、比較器14の出力が正の場合には、図7よりLD2の発光波長が目標波長入。よりも長いので、LD2の駆動電流が小さくなるように駆動回路40を制御する。

【0037】反対に、比較器14の出力が負の場合には、LD2の発光波長が目標波長入。よりも短いので、LD2の駆動電流が増加するように駆動回路40を制御する。図8に示した第4実施形態の変形例として、モニタ光として図5に示した第2実施形態のようにLD2のバックパワーを利用するようにしてもよい。この場合には、光カプラ6を省略することができる。

【0038】図10を参照すると、本発明の第5実施形態のブロック図が示されている。本実施形態は、目標とする光波長入。が図7の2つの曲線28a、32aの交点にない場合である。

【0039】例えば、目標とする光波長入。が2つの曲線28aと32aの交点より長波長側にずれた場合には、図10に示すように第2PD34の出力をアンプ42で所定倍率の増幅を行い、LD2の発光波長が目標波長入。に一致したときに比較器14の出力が0となるようにLD駆動電流を制御し、波長の安定化を図っている。

【0040】目標波長入。が図7で2つの曲線28aと32aの交点より短波長側にある場合には、第1PD3



0の出力をアンプで増幅する。また、第1PD30及び第2PD34の出力を共にアンプで増幅するようにしてもよい。

【0041】図10に示した第5実施形態の変形例として、モニタ光として図5に示した第2実施形態のようにLD2のバックパワーを利用するようにしてもよい。この場合には、光カプラ6を省略することができる。

【0042】図11を参照すると、本発明の第6実施形態ブロック図が示されている。本実施形態は、LD2の位相制御領域44に流す駆動電流をモニタ光の10 パワーに応じてフィードバック制御する。LD2のバックパワーをモニタ光として利用している。

【0043】LD2の発光波長は、位相制御領域44に電流を注入することにより変化させることができる。LD2の発光波長とLD位相制御電流との関係は図12に示すように概略比例関係にある。

【0044】よって比較器14の出力が正の場合には、図7よりLD2の発光波長が目標波長入。よりも長波長側にずれているので、位相制御電流を減少するように駆動回路46を制御する。これにより、LD2の発光波長が目標波長入。に近づく方向に制御される。

【0045】一方、比較器14の出力が負の場合には、LD2の発光波長が目標波長入。よりも短波長側にずれているので、位相制御電流を増加するように駆動回路46を制御し、LD2の発光波長を目標波長入。に近づける。

【0046】本実施形態の変形例として、図8の第4実施形態に示したように、LD2のフォワードパワーを利用するようにしてもよい。

30 【0047】

【発明の効果】本発明は以上詳述したように構成したので、レーザダイオードの発光波長をモニタすることにより、発光波長を目標波長に一致させることができるという効果を奏する。これにより、レーザダイオードの発光波長の安定化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態ブロック図である。

【図2】発光波長とフィルタ透過後の検出出力との関係を示す図である。

40 【図3】ペルチェ素子の駆動回路を示す図である。

【図4】発光波長とLD温度との関係を示す図である。

【図5】本発明の第2実施形態ブロック図である。

【図6】本発明の第3実施形態ブロック図である。

【図7】光フィルタを2つ使用する場合の発光波長とフィルタ透過後の検出出力の関係を示す図である。

【図8】本発明の第4実施形態ブロック図である。

【図9】発光波長とLD駆動電流との関係を示す図である。

【図10】本発明の第5実施形態ブロック図である。

50 【図11】本発明の第6実施形態ブロック図である。

【図12】 発光波長とLD位相制御電流との関係を示す図である。

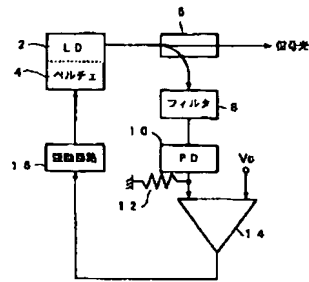
【符号の説明】

2 LD
4 ペルチェ素子

6, 26 光カプラ
8, 28, 32 光フィルタ
10, 30, 34 PD
14 比較器

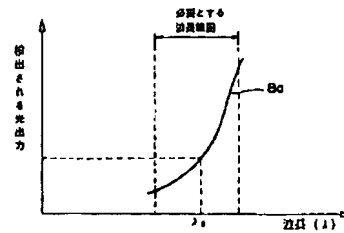
【図1】

図1 実施形態



【図2】

発光波長とフィルタ通過波の検出出力

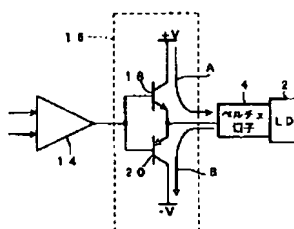


【図4】

【図5】

【図3】

図3 制御回路



発光波長とLD温度との関係

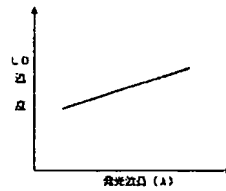
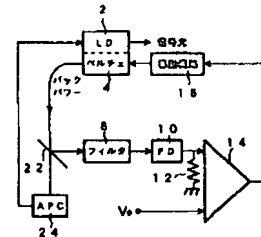


図2 実施形態

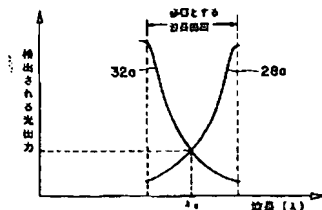


【図9】

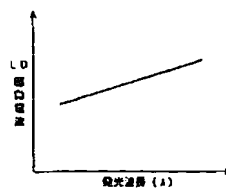
【図12】

【図7】

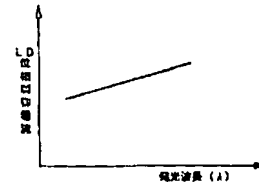
発光波長とフィルタ通過波の検出出力



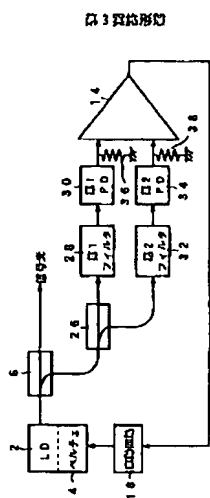
発光波長とLD温度との関係



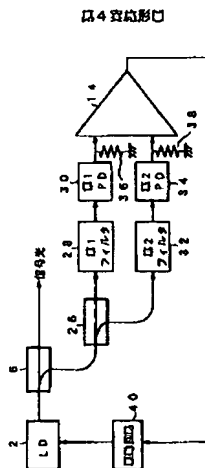
発光波長とLD位相制御電流との関係



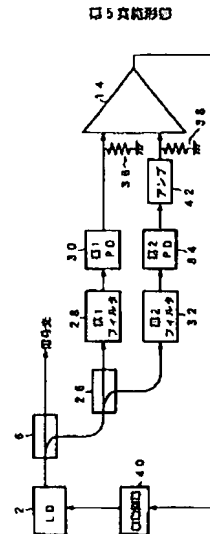
【図6】



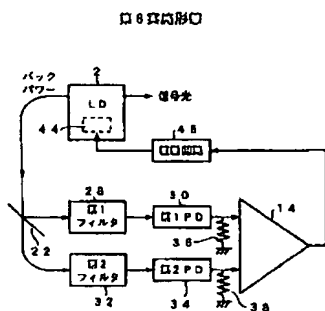
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 大西 賢
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 益子 隆行
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内